

XP-002219557

AN - 1999-522034 [44]

AP - JP19980029717 19980212

CPY - BRID

DC - A95 Q11

FS - CPI;GMPI

IC - B29D30/52 ; B60C11/00

MC - A08-R06A A09-A03 A12-T01B

PA - (BRID) BRIDGESTONE CORP

PN - JP11227415 A 19990824 DW199944 B60C11/00 006pp

PR - JP19980029717 19980212

XA - C1999-153248

XIC - B29D-030/52 ; B60C-011/00

XP - N1999-388395

AB - JP11227415 NOVELTY - The tread surface of the tire has a silica rich rubber layer (1). A conductive rubber layer (2) containing a rubber sheet or cement extends to the base of two or more tread surfaces and exists as a network in the tread cross direction.

- DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for the manufacturing method of pneumatic tire. The silica rich green rubber is formed into strip-shaped sheets with width less than tread width and thickness less than tread thickness. The conductive rubber layer is provided to the top surface, bottom surface or in the longitudinal direction side of the sheets. Two or more sheets are arranged in order on a carcass and are laminated to form a tread. The conductive rubber layer has anti-static property. Alternatively, the silica rich green rubber can be made into the shape of a string and the conductive rubber layer is provided to the entire surface of the string. Two or more strings are coiled in order on a green carcass to form the tread.

- USE - In e.g. pneumatic tires having conductive network.

- ADVANTAGE - The original characteristic of silica rich rubber such as antiwear quality of the tire and low fuel consumption ability are not impaired. The tire has reliable antistatic property till the end of running period of the tire. The tire is manufactured easily and reliably.

- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the sectional drawing of the tread portion of the pneumatic tire. (1) Silica rich rubber layer; ; (2) Conductive rubber layer.

- (Dwg.1/4)

IW - PNEUMATIC CONDUCTING RUBBER NETWORK CONDUCTING RUBBER LAYER EXTEND BASE TWO MORE TREAD SURFACE MADE SILICA RICH RUBBER LAYER CONDUCTING RUBBER LAYER EXIST NETWORK TREAD CROSS DIRECTION

IKW - PNEUMATIC CONDUCTING RUBBER NETWORK CONDUCTING RUBBER LAYER EXTEND BASE TWO MORE TREAD SURFACE MADE SILICA RICH RUBBER LAYER CONDUCTING RUBBER LAYER EXIST NETWORK TREAD CROSS DIRECTION

NC - 001

OPD - 1998-02-12

ORD - 1999-08-24

PAW - (BRID) BRIDGESTONE CORP

TI - Pneumatic tire with conductive rubber network - has conductive rubber layer extending to base of two or more tread surfaces made of silica rich rubber layer such that conductive rubber layer exists as network

THIS PAGE BLANK (USPTO)

in tread cross direction

A01 - [001] 018 ; H0124-R

- [002] 018 ; ND01 ; K9416 ; K9449 ; B9999 B5027 B5016 B4977 B4740 ;
Q9999 Q9256-R Q9212 ; ND07 ; N9999 N7261 ; K9574 K9483 ; K9712
K9676 ; K9698 K9676 ; K9701 K9676 ; B9999 B3269 B3190 ; B9999
B3305 B3292 B3190 ; B9999 B5287 B5276
- [003] 018 ; R01694 D00 F20 O- 6A Si 4A ; A999 A237

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-227415

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) IntCl.⁶

B 6 0 C 11/00

識別記号

F I

B 6 0 C 11/00

C

A

D

B 2 9 D 30/52

B 2 9 D 30/52

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-29717

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月12日

(71) 出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋1丁目10番1号

(72) 発明者 黒川 真

東京都小平市小川東町3-5-5-231

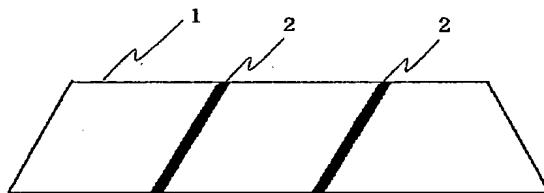
(74) 代理人 弁理士 本多 一郎

(54) 【発明の名称】 空気入りタイヤおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 耐摩耗性や低燃費性能などのシリカリッチトレッド本来の特性を損なうことなく、走行末期まで帯電防止を確保し得る空気入りタイヤを提供する。この空気入りタイヤを容易にかつ確実に製造する方法を提供する。

【解決手段】 シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面において複数本トレッド表面から底面に至るまで延在する。また、この空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴム層をトレッド幅よりも狭い帯状シートとし、該帯状シートの長手方向側面に導電性ゴム層を設け、得られた帯状シートの複数本を、前記導電性ゴム層がトレッド表面から底面に至るまで延在するようにしてグリーンカーカス上に順次巻き付け、トレッドの形成を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面において複数本トレッド表面から底面に至るまで延在することを特徴とする空気入りタイヤ。

【請求項2】 請求項1記載の空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴム層をトレッド幅よりも狭い帯状シートとし、該帯状シートの長手方向側面に導電性ゴム層を設け、得られた帯状シートの複数本を、前記導電性ゴム層がトレッド表面から底面に至るまで延在するようにしてグリーンカーカス上に順次巻き付け、トレッドの形成を行うことを特徴とする空気入りタイヤの製造方法。

【請求項3】 シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面においてあみだくじ状に表面から底面に至るまで延在することを特徴とする空気入りタイヤ。

【請求項4】 請求項3記載の空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴム層をトレッド幅よりも狭く、かつトレッド厚さよりも薄い帯状シートとし、該帯状シートの上面と長手方向側面または下面と長手方向側面に導電性ゴム層を設け、得られた帯状シートの複数本をグリーンカーカス上に順次巻き付けて積層し、トレッドの形成を行うことを特徴とする空気入りタイヤの製造方法。

【請求項5】 シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面において網目状に存在することを特徴とする空気入りタイヤ。

【請求項6】 請求項5記載の空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴムを紐状とし、該紐状グリーンゴムの全表面に導電性ゴム層を設け、得られた紐状グリーンゴムの複数本をグリーンカーカス上に順次巻き付け、トレッドの形成を行うことを特徴とする空気入りタイヤの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリカ多量配合系（以下「シリカリッチ」と略記する）トレッドゴムを具備する空気入りタイヤに関し、特に、耐摩耗性や低燃費性能などのシリカリッチトレッド本来の特性を損なうことなく、走行末期まで帯電防止を確保し得る空気入り

タイヤおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の空気入りタイヤにおいては、トレッドゴムにカーボンブラックが適量含まれており、タイヤの電気抵抗に関する問題や帯電量の蓄積に関する問題は存在し得なかった。しかしながら、近年環境問題が大きく取り上げられ、低燃費化への動きが加速されている。低燃費化、即ち転がり抵抗の低減をトレッドゴムの改良により達成するためには、ヒステリシスロスを発生させる原因となるカーボンブラックを減らす必要があり、今日では低燃費性能に優れたトレッドゴムとして、カーボンブラックの配合量を減らしてシリカを含有したトレッドゴムが注目され、タイヤの運動性能と低燃費性能とを高い水準で両立させるために、特にキャップ/ベース構造を有する空気入りラジアルタイヤにおいて、シリカリッチゴムをキャップ層のゴムに使用するケースが増加する傾向にある。その結果、電気抵抗に関する問題および帯電量の蓄積に関する問題が新たに浮上ってきている。

【0003】かかる問題を解決する方法として、これまで主に下記の方法が知られている。その一つは、厚い導電性ゴムシートをトレッド幅方向中央部にトレッド表面からトレッド下層ゴムまで、或いは薄い導電性ゴムシートをトレッドショルダーからサイド内側へ挟み込むものである（例えば、欧州特許第658 452号明細書、米国特許第5518055号明細書および特開平8-34204号公報参照）。

【0004】また、他の方法は、通常タイヤで用いられるカーボンブラックとは異なった、導電性に優れたカーボンブラックを配合したトレッドゴムを用いるというものである。

【0005】さらに、他の方法は、タイヤ製造時のトレッド押出し時にトレッド表面に導電性物質、例えば、水をベースとしたゴム組成物に導電性のカーボンブラックを配合したセメント等をコーティングする方法である（例えば、特開平8-120120号公報参照）。この方法によると、タイヤ加硫後の製品タイヤが乗用車に装着され路面部が摩耗しても、路面部のパターンとして刻まれている多くの溝の側壁に導電性のコーティング物質が残存し、これによりタイヤ全体に帯電した静電気を路面に逸散させることができるとするものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが上記いずれの方法も各々以下に述べる如き製造上及び品質上の問題があり、必ずしも十分に満足の得られるものではなかった。例えば、前記欧州特許第658 452号明細書等に開示されている如きゴムシートや接触ゴム層では、走行初期にはその効果は維持されるが、充填剤として汎用カーボンブラックが使われた場合には走行末期に導電層の摩耗促進により通電経路が遮断され、帯電防止効果が

消失してしまうという問題があった。特に、シリカ配合ゴム組成物によるトレッドキャップの耐摩耗性の向上に伴い、かかる効果を走行末期まで維持するには、導電性ゴムシートや接触ゴム層の耐摩耗性もトレッドキャップゴムと同様に向上させなければ、走行末期にキャップゴムだけが接地して、結果として帯電防止効果が得られなくなってしまう。

【0007】また、タイヤトレッドゴムに、ゴム成分100重量部に対して導電性カーボンブラックを数重量部加えた場合、該トレッドの固有抵抗値は低下するものの、そのタイヤ本来の目的である低燃費性が著しく悪化し、またそのカーボンブラック自身、ポリマーとの補強性が著しく低いため、結果としてタイヤトレッドの耐摩耗性が低下するという問題がある。

【0008】さらに、キャップ層のゴム表面に導電性のカーボンブラックを配合した水ベースセメントをコーティングする方法は、セメント材の粘着力が非常に高いことから作業性に極めて劣り、またそのセメント材自身の放置安定性に問題があり、相分離を生ずるおそれがあり、また塗布時の発泡性を防止するために、種々の安定化剤が必要となり、それらが加硫後フィルム上となったゴム組成物の耐久性を低下させ、また加硫時のモールド汚染の原因となる。さらに、キャップ層のゴム組成物は疎水性であり、上述の水ベースセメント塗布の際、乾燥までに時間がかかり、また塗りむらが生じ、結果として塗布被膜の耐久性が悪化する。さらにまた、加硫時、キャップ層のゴムと水ベースセメントの被覆ゴムとの界面接着力が低下し、走行中に界面剥離が生じ、走行末期には通電経路が断たれ、帯電防止効果が得られなくなってしまうという問題がある。

【0009】そこで本発明の目的は、耐摩耗性や低燃費性能などのシリカリッチトレッド本来の特性を損なうことなく、走行末期まで帯電防止を確保し得る空気入りタイヤを提供することにある。また、本発明の他の目的は上記空気入りタイヤを容易にかつ確実に製造する方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明は、下記の通りである。

(1) シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面において複数本トレッド表面から底面に至るまで延在することを特徴とする空気入りタイヤである。

【0011】(2) 上記(1)の空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴム層をトレッド幅よりも狭い帯状シートとし、該帯状シートの長手方向側面に導電性ゴム層を設け、得られた帯状シートの複数本を、前記導電性ゴム層がトレッド表面から底面

に至るまで延在するようにしてグリーンカーカス上に順次巻き付け、トレッドの形成を行うことを特徴とする空気入りタイヤの製造方法である。

【0012】(3) シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面においてあみだくじ状に表面から底面に至るまで延在することを特徴とする空気入りタイヤである。

【0013】(4) 上記(3)の空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴム層をトレッド幅よりも狭く、かつトレッド厚さよりも薄い帯状シートとし、該帯状シートの上面と長手方向側面または下面と長手方向側面に導電性ゴム層を設け、得られた帯状シートの複数本をグリーンカーカス上に順次巻き付けて積層し、トレッドの形成を行うことを特徴とする空気入りタイヤの製造方法である。

【0014】(5) シリカ多量配合系ゴム層を少なくとも表面部に有するトレッドに帯電防止のための導電性ゴム層を備える空気入りタイヤにおいて、導電性ゴムシートまたは導電性セメントからなる上記導電性ゴム層がトレッド幅方向断面において網目状に存在することを特徴とする空気入りタイヤ。

【0015】(6) 上記(5)の空気入りタイヤを製造するにあたり、シリカ多量配合系のグリーンゴムを紐状とし、該紐状グリーンゴムの全表面に導電性ゴム層を設け、得られた紐状グリーンゴムの複数本をグリーンカーカス上に順次巻き付け、トレッドの形成を行うことを特徴とする空気入りタイヤの製造方法である。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明における導電性ゴム層用のゴム組成物に使用するジエン系ゴムは、スチレンブタジエンゴム(SBR)、ブタジエンゴム(BR)または天然ゴム(NR)の少なくとも1種を含むことが耐久性の観点より好ましい。

【0017】また、上記導電性ゴム層用ゴム組成物には、窒素吸着比表面積(N_2 SA)が $130\text{ m}^2/\text{g}$ 以上でかつジブチルフタレート吸油量(DBP)が $110\text{ ml}/100\text{ g}$ 以上のカーボンブラックを使用することが好ましい。このゴム組成物では、かかる小粒径でかつ高ストラクチャーのカーボンブラックを使用することで、通電経路を形成するゴム層の耐久性を向上させ、タイヤの走行末期まで帯電防止効果を発揮し得るようにする。ここで N_2 SAはASTM D3037-89に、またDBPはASTM D2414-90に夫々準拠して求められる値である。

【0018】かかるカーボンブラックの配合量がジエン系ゴム100重量部に対して40重量部未満では補強性が十分ではなく、一方100重量部を超えると軟化剤が

少ない場合には加硫後に硬くなり過ぎ、割れ等が発生し、また軟化剤が多い場合には耐摩耗性が低下する。なお、カーボンブラック以外の配合剤としては、ゴム製品において通常用いられる配合剤、例えば加硫剤、加硫促進剤、加硫促進助剤、軟化剤、老化防止剤等が通常用いられる配合量にて適宜配合されている。

【0019】本発明においては、上記導電性ゴム層は硫黄硬化後の固有抵抗値が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のゴムセメント層または導電性シートからなることが好ましい。ここでゴムセメント層は、水を溶媒として用いることも可能であるが、有機溶媒をベースに得るのが品質安定上好ましい。有機溶媒としては、ヘキサン、石油エーテル、ヘプタン、テトラヒドロフラン（THF）、シクロヘキサン等を挙げることができ、好ましくはヘキサンを挙げることができる。

【0020】次に、本発明の空気入りタイヤの構造および製法について具体的に説明する。リボン状のゴムを順次巻き付けて所望の断面形状に成形されたトレッドはリボントレッドといわれ、ゴムを押し出し機からトレッド口金を経由して一気に所望の断面形状に押し出し成形された一体型のトレッドとは区別される。本発明の空気入りタイヤは、上記リボントレッドの製法を応用して製造されたものである。なお、上記トレッドの断面形状は、トレッドコンターまたは単にコンターと呼ばれることがある。

【0021】図1に示す本発明の好適例の空気入りタイヤのトレッド部のタイヤ幅方向断面（コンター）では、トレッド部1がシリカリッチのゴム層からなる。このトレッド部1は、シリカリッチとすることにより固有抵抗値は $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上となる。このトレッド部1に導電性ゴム層2がタイヤ幅方向断面において複数本（図示する例では2本）トレッド表面から底面に至るまで延在する。

【0022】本発明においては、導電性ゴム層2のタイヤ幅方向の厚みは、好ましくは0.1～3.0mmである。この幅が0.1mm以上であれば通電路形成として十分であり、また、3mm以下であればタイヤの転がり抵抗が悪化することもない。

【0023】上記空気入りタイヤを製造するには、シリカリッチのグリーンゴム層をトレッド幅よりも狭い帯状シートとし、該帯状シートの長手方向側面に導電性ゴム層を設ける。導電性ゴム層がゴムセメント層の場合には塗布することにより、また導電性シートの場合にはデュアルチューバーによる押し出しにて一体化することによ

（表1：シリカリッチゴム層）

り、導電性ゴム層を設けることができる。次いで、得られた帯状シートの複数本を、上記導電性ゴム層がトレッド表面から底面に至るまで延在するようにしてグリーンカーカス上に順次並設して巻き付け、トレッドの形成を行う。本発明の製造方法においては、上記帯状シートの巻き付ける本数を変えることにより導電性ゴム層の数を容易に変えることができる。また、このようにして導電性ゴム層を設けることにより、該導電性ゴム層に起因するトレッドの剥離を防止することができる。

【0024】図2に示す本発明の他の好適例の空気入りタイヤのトレッド部のタイヤ幅方向断面（コンター）では、上記好適例と同様にトレッド部1がシリカリッチのゴム層からなる。このトレッド部1に導電性ゴム層2が、図2に示すようにタイヤ幅方向断面においてあみだくじ状に表面から底面に至るまで延在する。この場合、導電路がトレッド表面からその下部のプライコーティングゴムまで行く筋にも亘り形成されるため、走行末期まで帯電防止を確実に確保することができる。

【0025】上記空気入りタイヤを製造するには、シリカリッチグリーンゴム層1をトレッド幅よりも狭く、かつトレッド厚さよりも薄い帯状シートとし、該帯状シートの上面と長手方向側面または下面と長手方向側面に導電性ゴム層2を設ける。図示する例では、帯状シート1の上面と片側長手方向側面に導電性ゴム層2が設けられている。かかる帯状シートの複数本を図示するようにグリーンカーカス上に順次巻き付けて積層させ、トレッドの形成を行う。

【0026】図3に示す本発明の更に他の好適例の空気入りタイヤにおいては、トレッド部のタイヤ幅方向断面（コンター）にて導電性ゴム層2が網目状に存在する。かかる空気入りタイヤを製造するには、シリカリッチのグリーンゴムを紐状とし、該紐状グリーンゴム1の全表面に導電性ゴム層2を設け、これを上述のようにグリーンカーカス上に順次巻き付けて積層させ、トレッドの形成を行う。この場合も、導電路がトレッド表面からその下部のプライコーティングゴムまで行く筋にも亘り形成されるため、帯電防止がより確実となる。

【0027】

【実施例】以下に、本発明を実施例および従来例に基づき具体的に説明する。下記の表1および表2に示す配合処方に従い、空気入りラジアルタイヤのシリカリッチゴム層および導電性ゴム層に用いるゴム組成物を夫々調製した。

【0028】

	配合量
スチレンブタジエンゴム*1	96（重量部）
ブタジエンゴム*2	30
SiO_2 *3	60
カーボンブラック（N234）*4	20

シランカップリング剤* 5	6
ZnO	3
ステアリン酸	2
アロマオイル	10
加硫促進剤(CBS)* 6	1.5
加硫促進剤(DPG)* 7	2
硫黄	1.5

【0029】

- * 1 日本合成ゴム(株)製SBR1712
- * 2 96%シス結合
- * 3 ニブシルVN3
- * 4 $N_2 SA: 126 m^2 / g$ DBP: 125ml/100g
- * 5 DEGUSSA社製 Si69
- * 6 N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアジルスルフェンアミド
- * 7 ジフェニルグアニジン

【0030】

(表2: 導電性ゴム層)

	配合量
天然ゴム	40 (重量部)
スチレンブタジエンゴム* 8	60
カーボンブラック(N134)* 9	60
アロマオイル	15
ZnO	2
老化防止剤 * 10	1
加硫促進剤(DPG)	0.2
加硫促進剤(NS)* 11	0.8
硫黄	1.5
* 8 日本合成ゴム(株)製SBR1500	
* 9 $N_2 SA: 146 m^2 / g$ DBP: 127ml/100g	
* 10 N-(1,3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-p-フェニレンジアミン	
* 11 N-tert-ブチル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド	

【0031】実施例1~3

得られたシリカリッチのトレッドゴム用組成物および導電性ゴム層用組成物を用いて、上述のようにして図1~3に示すトレッド断面構造の空気入りラジアルタイヤ(サイズ185/60R14)を試作した。これらタイヤの導電性ゴム層の厚みはいずれも0.3mmである。

【0032】従来例

また、従来例として、シリカリッチのトレッドゴム用組成物だけを用いて、これを押し出し機からトレッド口金を経由して一気に所望の断面形状に押し出し成形し、実施例と同じサイズの空気入りラジアルタイヤを試作した。

【0033】これらのタイヤの抵抗値(電気抵抗値)は、次のようにして求めた。即ち、GERMAN ASSOCIATION OF RUBBER INDUSTRYのWdK 110 シート3に準拠してヒューレットパッカード(HEWLETT PACKARD)社

製モデルHP4339Aのハイレジスタンスメーターを使用し、図3のようにして測定した。図中、11はタイヤ、12は銅板、13は絶縁板、14は前記ハイレジスタンスメーターであり、絶縁板13上の銅板12とタイヤ11のリムとの間に1000Vの電流を流して測定した。

【0034】測定の結果、実施例1~3のいずれのタイヤも電気抵抗値は $10^{-6} \Omega$ であったが、従来例のタイヤは $10^{-11} \Omega$ であった。

【0035】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明の空気入りタイヤにおいては、耐摩耗性や低燃費性能などのシリカリッチトレッド本来の特性を損なうことなく、走行末期まで帯電防止を確実に確保することができる。また、本発明の製造方法によると、かかる空気入りタイヤを容易にかつ確実に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一例空気入りタイヤのトレッド部を模

式的に示す断面図である。

【図2】本発明の他の一例空気入りタイヤのトレッド部を模式的に示す断面図である。

【図3】本発明の更に他の一例空気入りタイヤのトレッド部を模式的に示す断面図である。

【図4】実施例で使用したタイヤの電気抵抗値測定装置の概略図である。

【符号の説明】

1 トレッド部（シリカリッチのゴム層）

2 導電性ゴム層

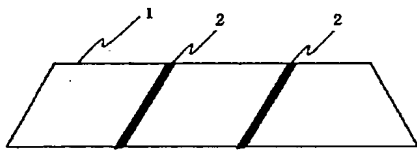
11 タイヤ

12 銅板

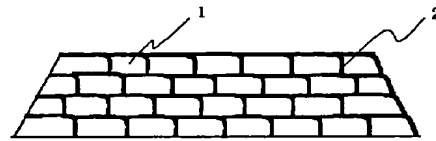
13 絶縁板

14 ハイレジスタンスメーター

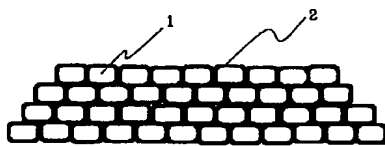
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

